

LENSES FOR ELECTRONIC IMAGING SYSTEMS

Patent number: JP2001504949T

Publication date: 2001-04-10

Inventor:

Applicant:

Classification:

- international: G02B9/10; G02B13/18

- european: G02B9/04; G02B9/10; G02B13/04

Application number: JP19980524662T 19971112

Priority number(s): US19960033348P 19961129; WO1997US20144
19971112

Also published as:

WO9823988 (A1)
EP1010028 (A1)
EP1010028 (A4)
EP1010028 (B1)
DE69728183T (T2)

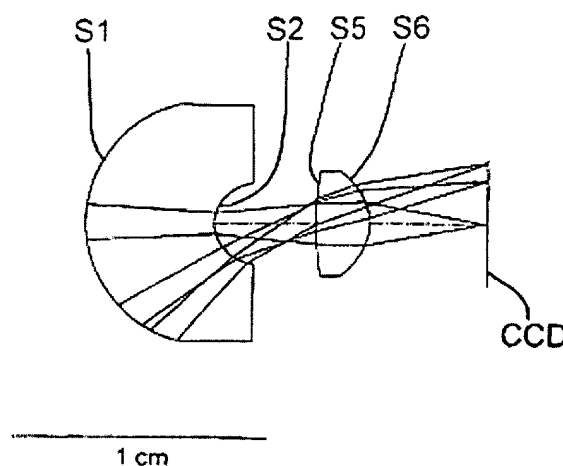
more >>

[Report a data error here](#)

Abstract not available for JP2001504949T

Abstract of corresponding document: **WO9823988**

A lens system for an electronic system has two lenses. The first lens (S1/S2) has a negative power and the second lens (S4/S5 or S5/S6) has a positive power and is spaced from the first lens (S1/S2) by a distance of at least a quarter of the focal length of the lens system. In one embodiment (Fig. 3), the second lens (S4/S5) is a refractive-diffractive hybrid lens in which case both the first and the second lenses (S1/S2 and S4/S5) can be composed of acrylic and can have only spherical and conic surfaces. In other embodiments (Figs. 1, 2 and 4), the first lens (S1/S2) has a higher dispersion than the second lens (S4/S5 or S5/S6), e.g., the first lens (S1/S2) is composed of styrene and the second lens (S4/S5 or S5/S6) is composed of acrylic. In this case, the first lens (S1/S2) can have a spherical and a general aspherical surface, and the second lens (S5/S6) can have conic surfaces (Figs. 1 and 2), or both the first and second lenses (S1/S2 and S4/S5) can have a spherical surface and a conic surface (Fig. 4).



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号

特表2001-504949

(P2001-504949A)

(43)公表日 平成13年4月10日(2001.4.10)

(51)Int.Cl.⁷

G 0 2 B 9/10

13/18

識別記号

F I

G 0 2 B 9/10

13/18

テーマコード(参考)

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 22 頁)

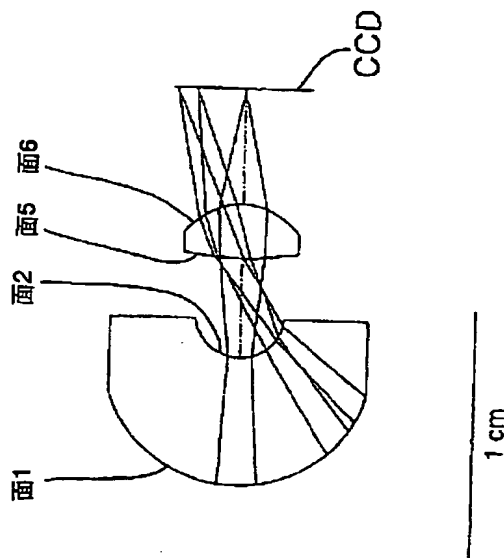
(21)出願番号 特願平10-524662
(86)(22)出願日 平成9年11月12日(1997.11.12)
(85)翻訳文提出日 平成11年5月31日(1999.5.31)
(86)国際出願番号 PCT/US97/20144
(87)国際公開番号 WO98/23988
(87)国際公開日 平成10年6月4日(1998.6.4)
(31)優先権主張番号 60/033,348
(32)優先日 平成8年11月29日(1996.11.29)
(33)優先権主張国 米国(US)
(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), CN, JP, KR, US

(71)出願人 ユーエス プレシジョン レンズ インコーポレイテッド
アメリカ合衆国 オハイオ州 45245 シンシナティ マクマン ロード 4000
(72)発明者 クレイツァー, メルヴィン エイチ
アメリカ合衆国 オハイオ州 45242 シンシナティ トゥーリップウッド コート 8816
(74)代理人 弁理士 柳田 征史 (外1名)

(54)【発明の名称】 電子撮像装置用レンズ

(57)【要約】

電子装置用レンズ系は2つのレンズを有する。第1のレンズ(面1/面2)は負の光屈折力を有し、第2のレンズ(面4/面5または面5/面6)は正の光屈折力を有し第1のレンズ(面1/面2)からレンズ系の焦点距離の少なくとも1/4だけ離れて配置される。1つの実施の形態(図3)において、第2のレンズ(面4/面5)は屈折一回折混成素子であり、この場合、第1及び第2のレンズ(面1/面2及び面4/面5)はともにアクリルからなり球面及びコニック面のみを有することができる。別の実施の形態(図1, 2及び4)において、第1のレンズ(面1/面2)は第2のレンズ(面4/面5または面5/面6)より高い分散を有する。例えば第1のレンズ(面1/面2)はスチレンからなり、第2のレンズ(面4/面5または面5/面6)はアクリルからなる。この場合、第1のレンズ(面1/面2)は球面及び汎非球面を有し、第2のレンズ(面5/面6)はコニック面を有する(図1及び2)か、あるいは第1及び第2のレンズ(面1/面2及び面4/面5)はともに球面及びコニック面を有する(図4)ことができる。



【特許請求の範囲】

1. 物体の像を形成するためのレンズ系において、該系が焦点距離 f_0 を有し、その物空間側から像空間側にかけて順に：

(a) 焦点距離 f_1 及び厚さ t_1 を有する第 1 のレンズ素子；及び

(b) 焦点距離 f_2 を有し、前記第 1 のレンズ素子から距離 d_{12} だけ離して配置される第 2 のレンズ素子；

からなり、ここで：

$$f_1 < 0 ;$$

$$|f_1| / f_0 > 1.0 ;$$

$$t_1 / f_0 > 0.5 ;$$

$$f_2 > 0 ; \text{及び}$$

$$d_{12} / f_0 > 0.25$$

であることを特徴とするレンズ系。

2. 前記レンズ系において：

$$|f_1| / f_0 > 1.5 ;$$

$$t_1 / f_0 > 0.7 ; \text{及び}$$

$$d_{12} / f_0 > 0.5$$

であることを特徴とする請求の範囲第 1 項記載のレンズ系。

3. 前記レンズ系において：

$$f_2 / f_0 < 2.0$$

であることを特徴とする請求の範囲第 1 項または第 2 項記載のレンズ系。

4. 前記レンズ系において：

$$f_2 / f_0 < 1.6$$

であることを特徴とする請求の範囲第 3 項記載のレンズ系。

5. 前記第 2 のレンズ素子が厚さ t_2 を有し：

$$t_2 / f_0 > 0.5$$

であることを特徴とする請求の範囲第 1 項または第 2 項記載のレンズ系。

6. 前記第 1 のレンズ素子が前記第 2 のレンズ素子より高い分散を有することを

特徴とする請求の範囲第 1 項または第 2 項記載のレンズ系。

7. 前記第 1 のレンズ素子がスチレンからなり、前記第 2 のレンズ素子がアクリルからなることを特徴とする請求の範囲第 6 項記載のレンズ系。

8. 前記第 2 のレンズ素子が屈折一回折混成素子であることを特徴とする請求の範囲第 1 項または第 2 項記載のレンズ系。

9. 前記第 1 及び第 2 のレンズ素子がアクリルからなることを特徴とする請求の範囲第 8 項記載のレンズ系。

10. 前記レンズ系において：

$$f_2 / f_0 > 1.0$$

であることを特徴とする請求の範囲第 8 項記載のレンズ系。

11. 前記レンズ系において：

(i) 前記第 1 のレンズ素子が 1 つの球面及び 1 つの汎非球面を有し；

(ii) 前記第 2 のレンズ素子が 2 つのコニック面を有する；

ことを特徴とする請求の範囲第 1 項記載のレンズ系。

12. 前記レンズ系において：

(i) 前記第 1 のレンズ素子が 1 つの球面及び 1 つのコニック面を有し；

(ii) 前記第 2 のレンズ素子が 2 つのコニック面を有する；

ことを特徴とする請求の範囲第 1 項記載のレンズ系。

13. 前記第 2 のレンズ素子が屈折一回折混成素子であることを特徴とする請求の範囲第 1 2 項記載のレンズ系。

14. 前記レンズ系において：

(i) 前記第 1 のレンズ素子が 1 つの球面及び 1 つのコニック面を有し；

(ii) 前記第 2 のレンズ素子が 1 つの球面及び 1 つのコニック面を有する；

ことを特徴とする請求の範囲第 1 項記載のレンズ系。

15. 前記コニック面が前記第 1 及び第 2 のレンズ素子のそれぞれの物空間側にあることを特徴とする請求の範囲第 1 4 項記載のレンズ系。

16. 前記レンズ系は直径が D_{EP} の入射瞳を有し、前記第 1 のレンズ素子は直径 D_1 を有し、前記第 2 のレンズ素子は直径 D_2 を有し、ここで：

$$D_1 / D_{EP} > 2.5 ; \text{及び}$$

$$D2/DEP > 1.3;$$

であることを特徴とする請求の範囲第1項または第2項記載のレンズ系。

17. 前記レンズ系において：

$$D1/DEP > 3.0; \text{及び}$$

$$D2/DEP > 1.5;$$

であることを特徴とする請求の範囲第16項記載のレンズ系。

18. 物体の像を形成するためのレンズ系において、該系がその物空間側から像空間側にかけて順に：

(a) 1つの球面及び1つの汎非球面を有する負の第1のレンズ素子；及び

(b) 2つのコニック面を有する正の第2のレンズ素子；

からなることを特徴とするレンズ系。

19. 物体の像を形成するためのレンズ系において、該系がその物空間側から像空間側にかけて順に：

(a) 1つの球面及び1つのコニック面を有する負の第1のレンズ素子；及び

(b) 2つのコニック面を有する正の第2のレンズ素子；

からなることを特徴とするレンズ系。

20. 前記第2のレンズ素子が屈折一回折混成素子であることを特徴とする請求の範囲第19項記載のレンズ系。

21. 物体の像を形成するためのレンズ系において、該系がその物空間側から像空間側にかけて順に：

(a) 1つの球面及び1つのコニック面を有する負の第1のレンズ素子；及び

(b) 1つの球面及び1つのコニック面を有する正の第2のレンズ素子；

からなることを特徴とするレンズ系。

22. 物体の像を形成するためのレンズ系において、該系は直径がDEPの入射瞳を有し、その物空間側から像空間側にかけて順に：

(a) 直径D1を有する負のレンズ素子；及び

(b) 直径D2を有する正のレンズ素子；

からなり、ここで：

$$D1/DEP > 2.5; \text{及び}$$

$$D2/DEP > 1.3;$$

であることを特徴とするレンズ系。

23. 前記レンズ系において：

$$D1/DEP > 3.0; \text{及び}$$

$$D2/DEP > 1.5;$$

であることを特徴とする請求の範囲第22項記載のレンズ系。

24. 物体の像を形成するためのレンズ系及び前記像を検出するための電子撮像装置を含み、前記レンズ系が請求の範囲第1項または第2項記載のレンズ系であることを特徴とする光学装置。

25. 前記電子撮像装置が電荷結合素子であることを特徴とする請求の範囲第24項記載の光学装置。

26. 物体の像を形成するためのレンズ系及び前記像を検出するための電子撮像装置を含み、前記レンズ系が請求の範囲第18項記載のレンズ系であることを特徴とする光学装置。

27. 前記電子撮像装置が電荷結合素子であることを特徴とする請求の範囲第26項記載の光学装置。

28. 物体の像を形成するためのレンズ系及び前記像を検出するための電子撮像装置を含み、前記レンズ系が請求の範囲第19項記載のレンズ系であることを特徴とする光学装置。

29. 前記電子撮像装置が電荷結合素子であることを特徴とする請求の範囲第28項記載の光学装置。

30. 物体の像を形成するためのレンズ系及び前記像を検出するための電子撮像装置を含み、前記レンズ系が請求の範囲第21項記載のレンズ系であることを特徴とする光学装置。

31. 前記電子撮像装置が電荷結合素子であることを特徴とする請求の範囲第30項記載の光学装置。

32. 物体の像を形成するためのレンズ系及び前記像を検出するための電子撮像装置を含み、前記レンズ系が請求の範囲第22項または第23項記載のレンズ系であることを特徴とする光学装置。

33. 前記電子撮像装置が電荷結合素子であることを特徴とする請求の範囲第32項記載の光学装置。

【発明の詳細な説明】**電子撮像装置用レンズ****発明の分野**

本発明は電子撮像装置、例えば電荷結合素子（CCD）あるいは同様の光電素子を用いる装置に使用するためのレンズに関する。この装置は技術上周知でありその説明は“フィジックス・トゥデイ（Physics Today）”誌、1989年9月号、24～32ページのローズ（Rose）等による「撮像装置性能の物理的限界」及びこれに挙げられている参考文献；並びに米国ニューヨークのアカデミック・プレス（Academic Press）刊のエル・マートン（L. Marton）編“アドバンシーズ・イン・エレクトロニクス・アンド・エレクトロン・フィジックス（Advances in Electronics and Electron Physics）”、補遺第8巻（1975年）のセキン（Sequin）等による「電荷転送素子」を含む、多くの参考文献に見ることができる。上記の全参考資料の関連する部分は、参照として本明細書に含まれる。

発明の背景

電子撮像装置には、小さく高品質な画像をつくることのできるレンズ系が必要である。すなわち電子撮像装置には短焦点レンズ系が必要である。例えば（1／3インチCCDとして知られる）対角線がほぼ5.5mmのCCDが各所で入手可能である。代表的なCCDは、これだけ小さい寸法のなかに200,000をこえる画素を有し、従ってこのCCDの表面で1mmあたり約40本の解像度を有する。

短焦点レンズ系は一般に複数の小径レンズ素子を含む。前記複数の素子は、口径が小さすぎると、取扱及び完成ユニットへの組込が困難になる。コストは常に電子撮像装置用レンズの主要因であり、特に前記装置が量販製品の部品となる場合に重視される。CCDは高解像度であるので、このような素子とともに用いるレンズは光学品質が高くなければならない。こうした要件により前記コスト問題

はさらに大きくなる。特に、前記要件により最小レンズ素子数で高水準の光学品

質を達成することには高い価値がつけられる。

発明の要約

上記のことを考えて、本発明の目的は：（１）コストを最小限に抑えるためにレンズ素子を２つしか用いず；（２）汎非球面の使用を、例えば汎非球面を１つしかもたないか、ある場合には製造工程を簡単にして同じくコストを最小限にするために、汎非球面を１つももたないように、最小限に抑え；（３）取扱及び組込を容易にするために比較的大径のレンズを用い；（４）ＣＣＤ及び同様の電子撮像素子の水準と同等の光学性能水準を有する、電子撮像装置用レンズ系を提供することである。

上記及びその他の目的を達成するため、本発明が提供する２素子レンズ系は、該レンズ系の物空間側に置かれる第１の素子が負の光屈折力を有した比較的厚く、レンズ系の像空間側に置かれる第２のレンズ素子が正の光屈折力を有し、前記第１のレンズ素子から比較的遠くに離されているかまたは比較的厚いかあるいは比較的遠くに離されていて比較的厚い。前記２枚のレンズ素子はともに、前記レンズ系の入射瞳に比較して口径が大きいことが望ましい。

ある実施の形態において、前記系は第１のレンズ素子に１つの汎非球面及び第２のレンズ素子に２つのコニック（c o n i c）面を含む。別の実施の形態においては汎非球面は用いられない。前記２つの実施の形態に関連して、１つのコニック面を第１のレンズ素子に用い、２つのコニック面を、屈折一回折混成素子であることが望ましい第２のレンズ素子に用いることもできる。あるいは、球面及びコニック面を第１及び第２のレンズ素子の双方に用いることもできる。いくつかの実施の形態では、色補正を達成するために、第１のレンズ素子はスチレンからなり、第２のレンズ素子はアクリルからなる。第２のレンズ素子に屈折一回折混成素子を用いる場合には、第１及び第２のレンズ素子をともにアクリルでつくることができる。

本発明のレンズ系は、通常のＣＣＤとの使用に適した焦点距離及び光学性能を有する。例えば前記レンズ系は、５．０mmより短い焦点距離、２．８ないしより明るいＦ数、及び解像度４０本／mmの前記ＣＣＤでＭＴＦを容易に達成でき

よって1/3インチCCDとの使用に適することになる。

図面の簡単な説明

図1～4は、本発明に従って構成されるレンズ系の簡略な側面図である。

本明細書に含まれその一部をなす上記の図は、本発明の望ましい実施の形態を示し、記述とともに本発明の原理を説明する役に立つ。図面及び記述は説明のためのものであって本発明を限定するものでないことはもちろん当然である。

望ましい実施の形態の説明

上述したように、本発明のレンズ系は2つのレンズ素子からなる。

前記第1のレンズ素子は負の光屈折力を有し、すなわち $f_1 < 0$ であって：

$$|f_1|/f_0 > 1.0;$$

$$t_1/f_0 > 0.5; \text{及び}$$

$$D_1/DEP > 2.5;$$

の特性を有することが望ましい。ここで f_0 は前記レンズ系の焦点距離、 f_1 は前記第1のレンズ素子の焦点距離、 t_1 は第1のレンズ素子の厚さ、 D_1 は第1のレンズ素子の径、また DEP はレンズ系の入射瞳径である。前側素子を厚くすることにより、系の像面湾曲が補正される。

ある実施の形態においては、本発明のレンズ系は：

$$|f_1|/f_0 > 1.5; \text{及び}$$

$$t_1/f_0 > 0.7;$$

の関係を満たす。上記2つの実施の形態に関連して、前記 t_1/f_0 比は1.0より大きいことが最も望ましい。

本明細書及び請求の範囲で用いられるように、レンズ素子の径は該素子の最大透明開口であり、レンズ系の前記入射瞳径は該系の等価単焦点距離を系の無限遠F数で除した値である。これらの定義に基づけば、以下に示す例1～4のレンズ系は9.5, 9.6, 11.9, 及び5.6mmの D_1 値並びに1.5, 1.5, 2.3, 及び1.5mmの DEP 値を有し、よって D_1/DEP 比はそれぞれ、6.3, 6.4, 5.2, 及び3.7である。前記 D_1/DEP 比は3.0より大きいことが望ましい。

前記第2のレンズ素子は正の光屈折力を有し、すなわち $f_2 > 0$ であり：

$$f_2 / f_0 < 2.0 ;$$

$$d_{12} / f_0 > 0.25 ;$$

$$D_2 / DEP > 1.3 ; \text{及び}$$

$$t_2 / f_0 > 0.5 ;$$

の特性を有することが望ましい。ここで f_2 は前記第 2 のレンズ素子の焦点距離、 d_{12} は前記第 1 と第 2 のレンズ素子との間の距離、 D_2 は第 2 のレンズ素子の径、また t_2 は第 2 のレンズ素子の厚さである。レンズ素子の径に関する上記の定義に基づけば、以下に示す例 1～4 のレンズ系は、4.0, 4.0, 4.5, 及び 3.9 mm の D_2 値並びにそれぞれ、2.7, 2.7, 2.0, 及び 2.6 の D_2 / DEP 比を有する。前記 D_2 / DEP 比は 1.5 より大きいことが望ましい。

ある実施の形態においては、本発明のレンズ系は：

$$f_2 / f_0 < 1.6 ;$$

$$d_{12} / f_0 > 0.5 ; \text{及び}$$

$$D_2 / DEP > 1.5 ;$$

の関係を満たす。

いくつかの実施の形態においては前記第 2 のレンズ素子は屈折一回折混成素子である。該素子の作成は技術上周知である。例えば、シー・ロンドノ (C. L o n d o n o) の米国タフツ大学 (T u f t s U n i v e r s i t y) 博士論文 (1992 年)、“表面レリーフ光回折素子、すなわちキノフォームの設計及び作成、並びに無熱光化の例”及びこれに挙げられている参考文献を参照されたい。上記の全参考資料の関連する部分は参照として本明細書に含まれる。回折面には回折効率の問題がある。すなわち、全ての次数の回折光が完全に焦点を結ぶとは限らない。この効果は“グレア”として見えることが多い。電子撮像装置用途では、前記回折効率問題は電子映像のデジタル処理により解決できる。

前記第 2 のレンズ素子が屈折一回折混成素子である場合、 f_2 に前記回折面の寄与を含んで、 f_2 / f_0 比は 1.0 より大きく、例えばほぼ 1.5 であることが望ましい。混成素子を用いない場合には、前記 f_2 / f_0 比は 1.0 より小さいことが望ましい。

第2のレンズ素子に屈折一回折混成素子を用いることにより、前記レンズ系は色補正され、前記第1及び第2のレンズ素子とともにアクリルのような低分散材で構成することができる。前記混成素子を用いない場合は、第1のレンズ素子は第2のレンズ素子より高分散でなければならない。例えば、前記混成素子を用いない実施の形態において、第1のレンズ素子はスチレンからなり第2のレンズ素子はアクリルからなる。その他のプラスチックも、望ましければもちろん用いることができる。例えば、スチレンの代わりにポリカーボネート及びフリントガラスに似た分散を有するポリスチレンとアクリルの共重合体（例えばNAS）を用いることができる。米国オハイオ州シンシナティ（Cincinnati）のユー・エス・プレジジョン・レンズ社（U. S. Precision Lens, Inc.）の「プラスチック光学ハンドブック」（1983年）、17～29ページを参照されたい。最も高水準の色補正は（軸方向及び横方向のいずれについても）一般に、第2のレンズ素子が屈折一回折混成素子である場合に達成される。

ある実施の形態において、第1のレンズ素子は球面及びコニック面を有し、第2のレンズ素子もまた球面及びコニック面を有する。この構成により前記レンズ系の製造が容易になる。

別の実施の形態において、第2のレンズ素子が2つのコニック面を有し、第1のレンズ素子は球面の物空間側面及びある実施例ではコニック面、また別の実施の形態においては汎非球面である像空間側面を有することができる。特に第2のレンズ素子が屈折一回折混成素子である場合、第1のレンズ素子の像空間側面をコニック面とすることができる。その他の場合には、上記実施の形態に関して、第1のレンズ素子の像空間側面は収差補正を容易にするために、一般に汎非球面である。汎非球面を定めるために用いられる多項式（下記参照）はレンズ径が透明開口より大きくなると望ましくない面形状を導くことになるが、コニック面はこの問題に悩むことがないので、コニック面が汎非球面より望ましい。

本明細書及び請求の範囲においては、“球面”，“コニック面”，及び“汎非球面”という用語は、下記のタイプのレンズ面方程式：

$$z = \frac{cy^2}{1 + [1 - (1+k)c^2y^2]^{1/2}} + Dy^4 + Ey^6 + Fy^8 + Gy^{10} + Hy^{12} + Iy^{14}$$

による通常の意味に従って用いられる。ここで z は前記系の光軸からの距離 y における表面のたわみ、 c は光軸におけるレンズの曲率、また k は錐面定数である。

すなわち、“ k ” 及び “ D ” から “ I ” が全てゼロであれば球面であり、“ k ” はゼロではなく “ D ” から “ I ” は全てゼロであればコニック面であり、また “ D ” から “ I ” の内少なくとも 1 つがゼロでなければ汎非球面である。“ k ” がゼロではなく “ D ” から “ I ” の内少なくとも 1 つがゼロでない面が汎非球面である。上記とは別の式ももちろんレンズ素子面を表わするのに用いられ、特定の面が球面、コニック面、あるいは汎非球面のいずれであるかの決定において、そのような式のパラメータ値に関して類似の考察が加えられる。

図 1 から 4 は本発明に従う種々のレンズ系構成を示す。表 1 から 4 に、それぞれ対応する規定条件及び光学特性を示してある。ホヤ (H o y a) 名のガラス板を図 2 及び 4 に用いた。他の製造業者が製造した同等のガラスも本発明の実施に用いることができる。プラスチック素子には工業用材料を用いた。

表 1 及び 2 に示される非球面係数は上記の方程式で使用するものである。表に用いられている略語は下記のとおりである：

E F L	実効焦点距離
F V D	前側頂点距離
f /	F 数
E N P	遠共役から見た入射瞳
B R L	バレル長
O B J H T	物体高
M A G	倍率
S T O P	開口絞りの位置及び大きさ
I M D	像距離
O B D	物体距離
O V L	全長。

表で種々の面につけられる表示“c”はコニック面を表す。表1及び2の面2につけられる“a”は汎非球面を表す。表3の面6及び7は回折面を表す。表3で、アステリスクは回折面に関するスウェット (Sweatt) モデルで用いられ

る屈折率及びアッベ (Abbe) 数、例えば9999のNe値及び-3.4のVe値を表わす。“ジャーナル・オブ・ジ・オブティカル・ソサエティ・オブ・アメリカ (Journal of the Optical Society of America)”誌、第69巻 (1979年)、486~487ページのダブリュー・シー・スウェット (W. C. Sweatt) による「光ホログラム素子と超高屈折率レンズの数学的等価性」を参照されたい。図3では回折面が分離した素子として示されているが、前記回折面は事実上第2のレンズ素子の一部である。表1~4の面3は、ビネット面である。表で与えられる寸法は全てミリメートル表示である。

従来と同様に、図は左側に遠共役をまた右側に近共役をもって描かれている。従って本発明の代表的な用例では、視られる物体は左側に、また電子撮像装置、例えばCCDを用いる装置は右側にあることになる。

本発明の特定の実施の形態を説明及び図示したが、本発明の範囲及び精神を逸脱することのない多くの変形が上述の開示から当業者には当然明らかであろう。以下の請求の範囲は、本明細書に示した特定の実施の形態だけでなく、そのような変形、変更、及び等価物にもわたることを意図している。

表 1

面番号	タイプ	半 径	厚 さ	ガラス	透明開口径
1		4.9397	5.08731	スチレン	9.54
2	ac	1.5323	2.89159		3.20
3		∞	0.92114		1.47
4		開口絞り	0.18423		1.68
5	c	6.0166	2.21905	アクリル	4.00
6	c	- 2.0489	4.67874		4.00

記号の意味

a -	多項式非球面
c -	コニック面

コニック面

面番号	定 数
2	- 1.3889E - 01
5	- 4.7668E+01
6	- 7.2577E - 01

偶多項式非球面

面 番号	D	E	F	G	H	I
2	1.3599E-03	2.1563E-03	-6.1775E-03	2.4938E-03	2.6865E-05	-1.4075E-04

系の一次特性

OBJ. HT:	- 310.00	f/	2.80	MAG:	- 0.0080
STOP:	0.00 後面	4. 径:	1.6001		
EFL:	4.09873	FVD:	15.9821	ENP:	10.9749
IMD:	4.67874	BRL:	11.3033	射出瞳:	- 2.80210
OBD:	- 503.622	OVL:	519.604		

素子の一次特性

素子番号	面番号	屈折力	f'
1	1 2	- 0.11867	- 8.4271
2	5 6	0.29369	3.4050

表 2

面番号	タイプ	半径	厚さ	ガラス	透明開口径
1		4.8906	4.90000	スチレン	9.60
2	ac	1.5804	2.88000		3.30
3		∞	0.95000		1.50
4		開口絞り	0.19000		1.60
5	c	6.2277	2.40000	アクリル	4.00
6	c	- 2.0793	3.37000		4.00
7		∞	0.55000	C5	6.00
8		∞	1.00005		6.00

記号の意味

a -	多項式非球面
c -	コニック面

コニック面

面番号	定数
2	- 1.3889E - 01
5	- 4.9915E+01
6	- 7.4312E - 01

偶多項式非球面

面

番号	D	E	F	G	H	I
2	-4.3543E-03	9.2650E-03	-9.9861E-03	4.0803E-03	-6.4199E-04	3.4693E-06

系の一次特性

OBJ. HT:	- 308.00	f/	2.82	MAG:	- 0.0080
STOP:	0.00 後面	4. 径:	1.5956		
EFL:	4.16672	FVD:	16.2400	ENP:	10.6682
IMD:	1.00005	BRL:	15.2400	射出瞳:	- 6.87326
OBD:	- 512.386	OVL:	528.626		

素子の一次特性

素子番号	面番号	屈折力	f'
1	1 2	- 0.11358	- 8.8047
2	5 6	0.28651	3.4903

表 3

面番号	タイプ	半径	厚さ	ガラス	透明開口径
1		7.5616	4.34575	アクリル	11.90
2	c	2.4466	7.85084		5.83
3		∞	2.90000		3.75
4	c	6.4812	3.08783	アクリル	4.57
5	c	- 5.1558	0.00100		4.54
6		- 1000.0000	0.00100	*****	4.53
7		- 998.8000	7.57866		4.53

記号の意味

c - コニック面

コニック面

面番号	定数
2	- 3.9940E - 01
5	- 2.4310E+00
6	- 2.2088E+00

系の一次特性

OBJ. HT: - 275.00 f/ 1.84 MAG: - 0.0090
 STOP: 2.53 後面 4. 径: 4.4613
 EFL: 4.25080 FVD: 25.7651 ENP: 11.2131
 IMD: 7.57866 BRL: 18.1864 射出瞳: - 0.388641
 OBD: - 463.377 OVL: 489.142

素子の一次特性

素子番号	面番号	屈折力	f'
1	1 2	- 0.98183E - 01	- 10.185
2	4 5	0.15688	6.3745
3	6 7	0.12022E - 01	83.183

表 4

面番号	タイプ	半 径	厚 さ	ガラス	透明開口径
1		3.2860	2.29000	スチレン	5.60
2	c	1.0740	1.51000		2.30
3		∞	0.00000		1.90
4		2.8130	3.10000	アクリル	3.90
5	c	- 1.9130	0.00000		3.90
6		開口絞り	3.00000		1.90
7		∞	0.50000	C5	4.00
8		∞	1.11707		4.00

記号の意味

c - コニック面

コニック面

面番号	定 数
2	- 3.1855E - 01
5	- 1.4577E+00

系の一次特性

OBJ. HT:	- 225.00	f/	2.50	MAG:	- 0.0080
STOP:	0.00 後面	6. 径:	1.811		
EFL:	3.81046	FVD:	11.5171	ENP:	5.46002
IMD:	1.11707	BRL:	10.4000	射出瞳:	- 3.32796
OBD:	- 474.118	OVL:	485.635		

素子の一次特性

素子番号	面番号	屈折力	f'
1	1 2	- 0.22890	- 4.3688
2	4 5	0.33962	2.9444

【図 1】

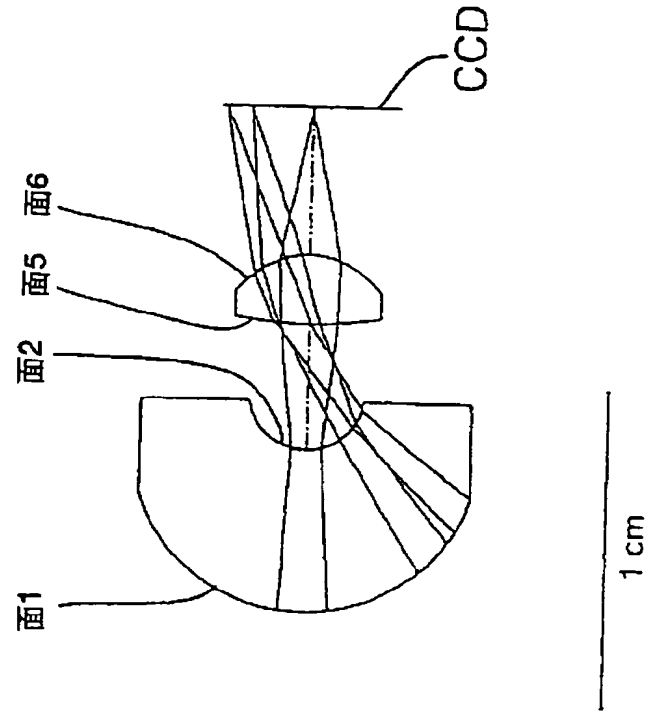


図 1

【图2】

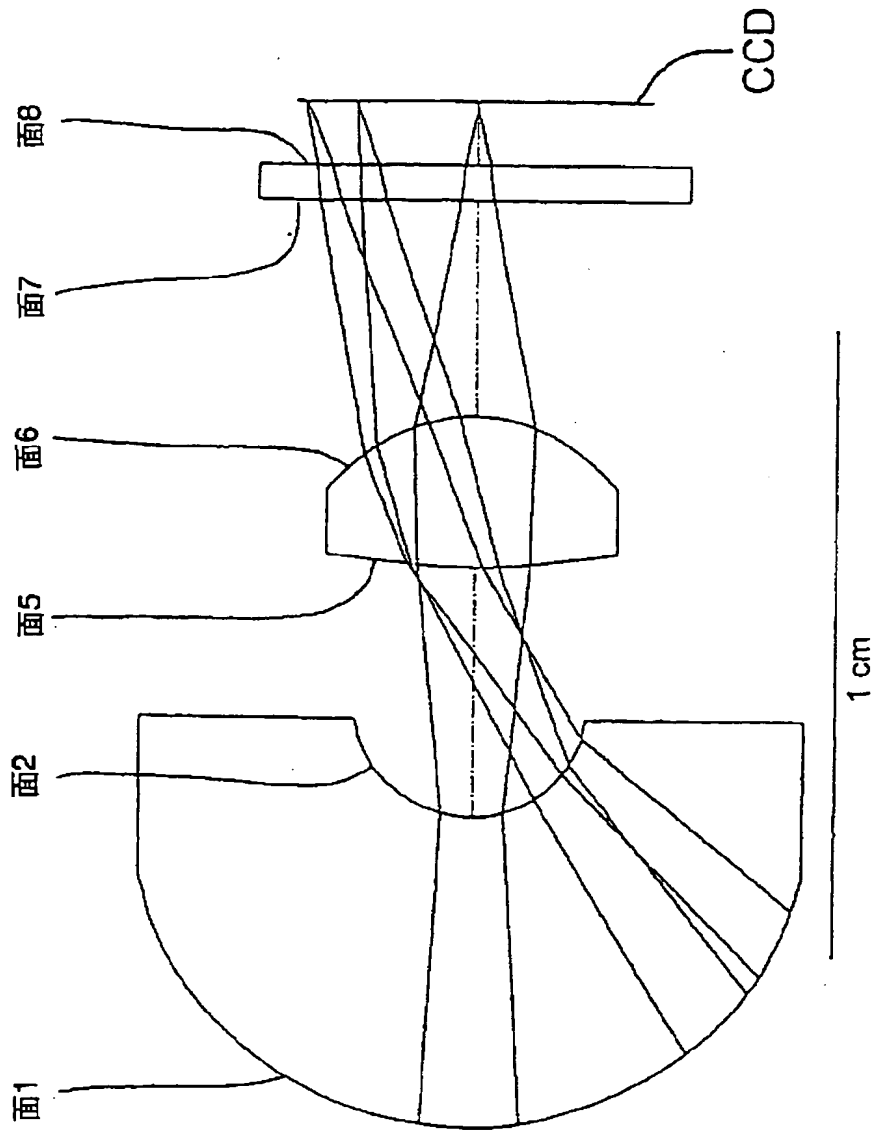


图 2

【図 3】

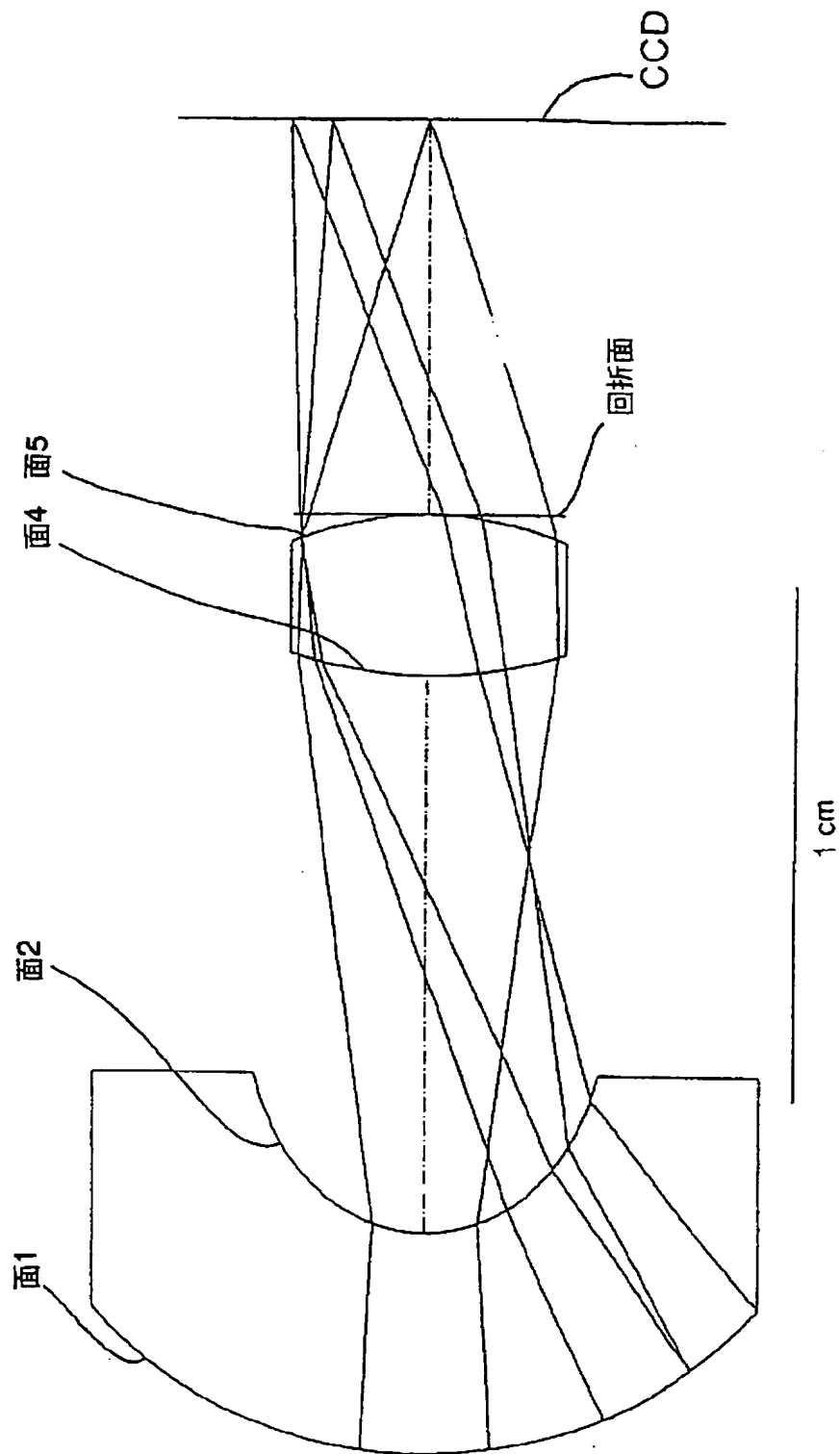


図 3

【図4】

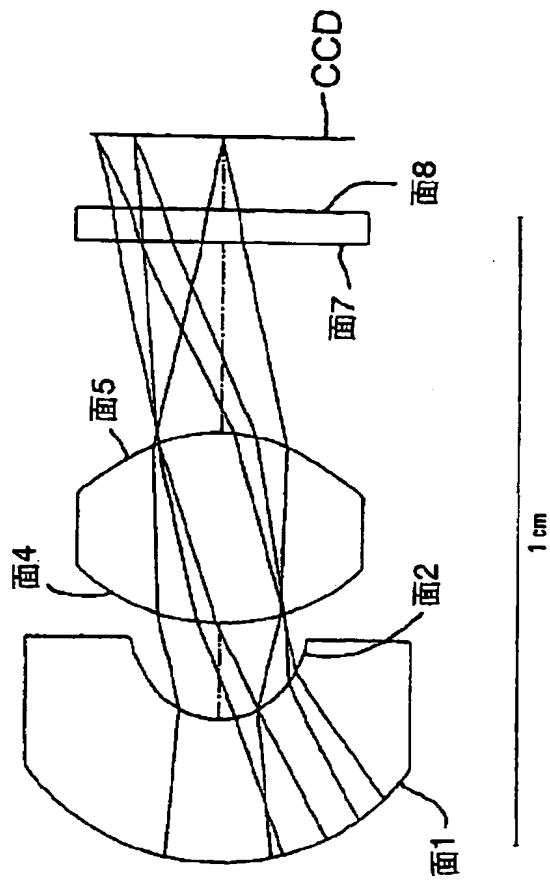


図 4

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US97/20144

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(6) : G02B 9/04 US CL : 359/793 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC											
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 359/793, 795, 709, 717, 648,649, 651; 356/300, 301 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) a negative(4s)lens and positive(4s)lens and diameter and thickness and focal(w)length and entrance(w)pupil and spherical and conic											
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A, P</td> <td>US 5,600,488 A(MINEFUJI, ET AL) 04 February 1997 (04/02/97), cols. 1-3 and 6-15 (all).</td> <td>1-24, 26, 28, 30, 32</td> </tr> <tr> <td>A, P</td> <td>US 5,644,396 A (HOPKINS, II) 01 July 1997 (01/07/97), cols. 5-14 (all).</td> <td>1-33</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A, P	US 5,600,488 A(MINEFUJI, ET AL) 04 February 1997 (04/02/97), cols. 1-3 and 6-15 (all).	1-24, 26, 28, 30, 32	A, P	US 5,644,396 A (HOPKINS, II) 01 July 1997 (01/07/97), cols. 5-14 (all).	1-33
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.									
A, P	US 5,600,488 A(MINEFUJI, ET AL) 04 February 1997 (04/02/97), cols. 1-3 and 6-15 (all).	1-24, 26, 28, 30, 32									
A, P	US 5,644,396 A (HOPKINS, II) 01 July 1997 (01/07/97), cols. 5-14 (all).	1-33									
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.											
<table border="0"> <tr> <td> * Special categories of cited documents: *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </td> <td> *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *Z* document member of the same patent family </td> </tr> </table>			* Special categories of cited documents: *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *Z* document member of the same patent family							
* Special categories of cited documents: *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *Z* document member of the same patent family										
Date of the actual completion of the international search 27 JANUARY 1998		Date of mailing of the international search report 23 FEB 1998									
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer ALOHA BEN <i>[Signature]</i> Telephone No. 703-308-4820									